

## Memantau apa saja dengan GPS (Global Positioning System)

Dalam film *Enemy of The State*, tokoh pengacara Robert Clayton Dean (diperankan oleh Will Smith) tiba-tiba saja hidupnya jadi kacau-balau. Ke mana pun dia pergi, selalu bisa dilacak dengan bantuan satelit GPS. Alat pelacak dipasang di semua peralatan elektronik yang dibawanya, bahkan di pakaian dan sepatunya. Alhasil, Robert Dean tidak punya tempat sembunyi, di mana pun dia berada, pasti langsung dapat dilacak. Dia tidak punya privasi lagi karena di rumahnya pun terpasang banyak kamera yang selalu memantau gerak-geriknya. Sekali saja ia memakai telepon, walaupun itu telepon umum, teknologi GPS bisa langsung menemukannya dengan bantuan satelit.

Sebenarnya apa sih yang disebut GPS? Dan bagaimana cara kerjanya? Dan apa pula gunanya satelit? Koq bisa menyediakan informasi begitu hebatnya? Teknologi di film ini benar-benar ada atau hanya fiksi ilmiah biasa? Yuk, kita intip rahasianya...

### Satelit

Satelit merupakan istilah untuk benda-benda yang berputar mengelilingi bumi/planet. Orbit perputarannya bisa berbentuk lingkaran atau elips. Bulan termasuk salah satu satelit alami bumi. Bulan mengorbit pada ketinggian 240.000 mil (384.400 km) dari permukaan bumi, dengan kecepatan perputaran sekitar 3.700 km per jam. Untuk bisa mengitari bumi, bulan butuh waktu 27,322 hari. Planet-planet lain juga mempunyai satelit-satelit yang secara alami mengitarinya. Jarak/titik terjauh satelit dari bumi disebut *apogee*, dan jarak terdekatnya *perigee*.

Bagaimana satelit bisa berputar-putar mengikuti orbit yang sama tanpa pernah jatuh atau hilang jauh di ruang angkasa? Sebenarnya satelit bisa berputar-putar mengelilingi bumi/planet dan tidak hilang karena adanya gaya tarik gravitasi. Satelit itu sendiri juga punya inersia (kecenderungan suatu benda yang bergerak untuk terus bergerak). Kecepatan mengorbit (*orbital velocity*) merupakan

kecepatan di saat gaya tarik gravitasi seimbang dengan besarnya inersia satelit. Kecepatan mengorbit ini sangat tergantung pada ketinggian satelit dari bumi/planet. Semakin dekat dengan bumi/planet, gaya tarik gravitasi semakin besar, sehingga kecepatan yang diperlukan semakin besar juga (supaya satelit tidak tertarik oleh gravitasi). Umumnya, semakin jauh ketinggian orbit dari permukaan bumi/planet, umur satelit semakin panjang pula. Kenapa? Karena di ketinggian rendah (dekat dengan bumi) terdapat *traces* (sisa-sisa) atmosfer bumi yang bisa menciptakan *drag* (gaya tarik). *Drag* yang tercipta perlahan-lahan mengubah jalur (orbit) yang ditempuh satelit sampai akhirnya satelit tertarik ke atmosfer dan terbakar di sana. Untungnya, bulan mengorbit pada ketinggian sangat jauh dari permukaan bumi. Di ketinggian itu hampir tidak ada *drag* (kondisi vakum) sehingga bulan tidak mungkin tiba-tiba jatuh ke bumi ataupun hilang di jagad raya. Sampai berabad-abad pun orbitnya tidak berubah.

Selain satelit alami, ada juga yang merupakan satelit-satelit buatan manusia. Satelit-satelit buatan diluncurkan untuk menjalankan berbagai tugas spesifik. Satelit ini tersusun dari macam-macam peralatan elektronik canggih yang sudah diprogram khusus untuk menjalankan misinya selama mengorbit di luar angkasa. Misalnya, satelit pemantau cuaca dilengkapi dengan kamera yang terus-menerus memonitor keadaan cuaca bumi, dan satelit komunikasi dilengkapi alat yang disebut transponder (semacam radio yang menangkap sinyal komunikasi pada suatu frekuensi tertentu, lalu sinyal itu diperkuat dan dikirim kembali ke bumi menggunakan frekuensi berbeda). Biasanya satelit terbuat dari bahan logam atau komposit (paduan) dan dilengkapi dengan sumber energi semacam baterai. Semua satelit dilengkapi lagi dengan komputer, radio, dan antena. Maksudnya supaya dapat dikendalikan dan dimonitor dari bumi. Jadi, satelit-satelit ini tidak sama dengan bulan. Satelit-satelit inilah yang digunakan dalam teknologi GPS.

Satelit buatan ini dikonstruksi di bumi, kemudian diluncurkan dengan bantuan roket ke luar angkasa untuk menempati orbitnya. Orbitnya biasanya tidak setinggi orbit bulan. Letak ketinggian yang sesuai diprediksi menggunakan data Kepler yang diolah menggunakan komputer. Dengan konsep dan hukum fisika, kecepatan peluncuran roket dapat dihitung menggunakan data hasil perhitungan

letak ketinggian orbit. Kecepatan peluncuran ini tidak boleh terlalu kecil karena bisa menyebabkan roket dan satelit tertarik kembali oleh gravitasi. Tetapi kecepatannya juga tidak boleh terlalu besar supaya roket dan satelit yang dibawanya tidak terbang terus dan menghilang di luar angkasa. Batas kecepatan maksimum adalah 40.320 km per jam. Angka ini disebut *escape velocity* bumi.

### ***Global Positioning System (GPS)***

Teknologi GPS memerlukan 24 satelit buatan (mengorbit pada ketinggian 20.200 km), yang disebut juga *space vehicle* (SV). Dalam film *Enemy of The State*, kita sesekali melihat gambar-gambar satelit-satelit tersebut (Gambar 1).

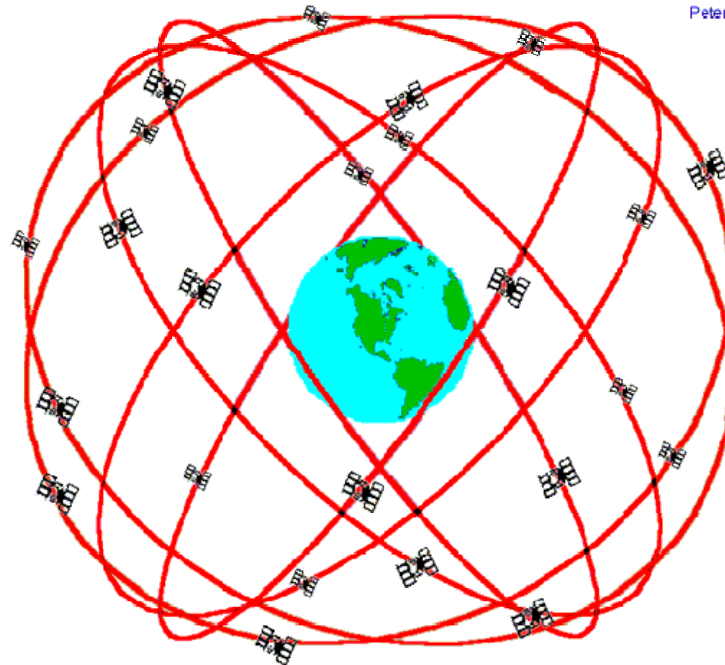


**Gambar 1** Salah satu satelit GPS

Mengapa harus 24? Supaya semua titik di permukaan bumi dapat terpantau. Ada 6 bidang orbit yang masing-masing berjarak  $60^\circ$  (6 bidang supaya memenuhi  $360^\circ$ ), masing-masing terdapat 4 SV (Gambar 2). Dengan susunan

seperti ini semua titik di permukaan bumi dapat dipantau oleh 5-8 SV sehingga dapat menyediakan data dan informasi yang sangat akurat.

Peter H. Dana 9/22/98

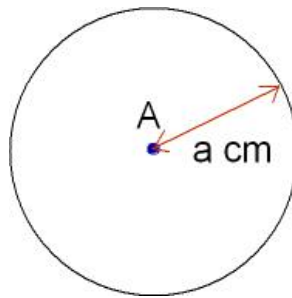


**GPS Nominal Constellation**  
**24 Satellites in 6 Orbital Planes**  
**4 Satellites in each Plane**  
**20,200 km Altitudes, 55 Degree Inclination**

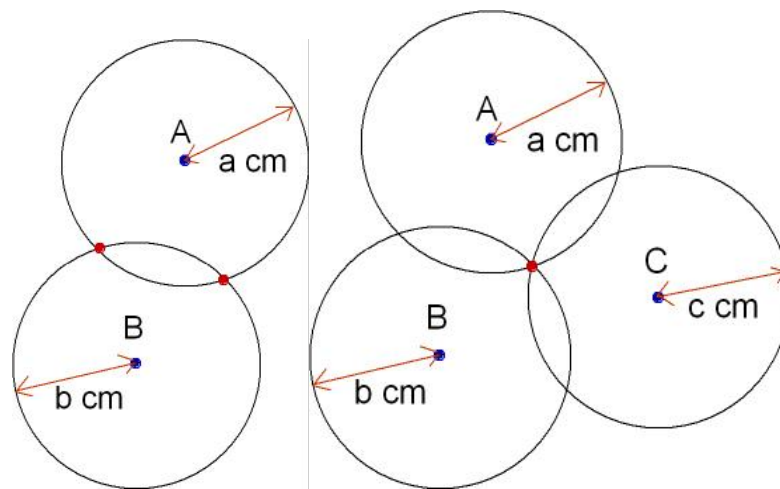
**Gambar 2** Susunan orbit (konstelasi) satelit-satelit GPS

Jumlah minimal yang dibutuhkan untuk dapat menentukan lokasi (koordinat) obyek yang diamati adalah 4 SV. Mengapa 4? Ini ada hubungannya dengan konsep trilaterasi.

Suatu titik A berada pada jarak  $a$  cm dari pengamat X. Dari informasi ini kita cuma bisa mengetahui bahwa X dapat terletak di mana saja sepanjang keliling lingkaran dengan radius  $a$  cm (Gambar 3-a). Titik B diketahui berada pada jarak  $b$  cm dari X (Gambar 3-b). Dari data kedua ini kita bisa menemukan dua kemungkinan posisi X (titik merah), yaitu di kedua titik perpotongan kedua lingkaran. Kemudian titik C diketahui berada pada jarak  $c$  cm (Gambar 3-c) dari posisi X. Dengan data terakhir ini kita bisa dengan tepat memastikan letak X (dalam dua dimensi).



**Gambar 3-a**



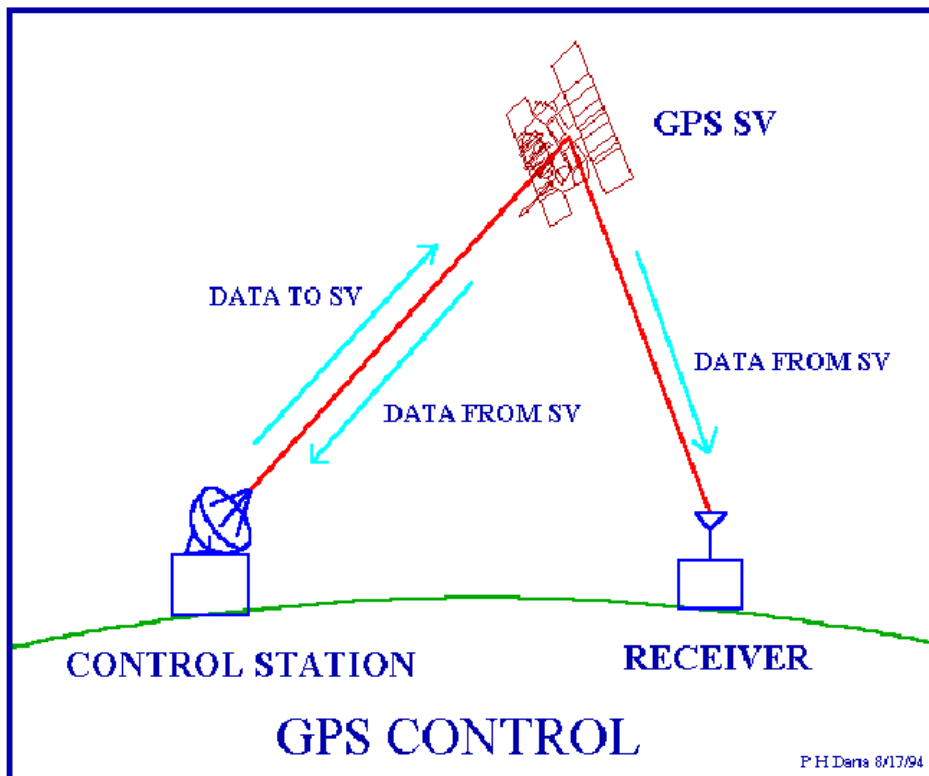
**Gambar 3-b**

**Gambar 3-c Trilaterasi**

Konsep yang sama diterapkan dalam tiga dimensi. Untuk tiga dimensi ini, yang dibutuhkan bukan tiga lingkaran, tetapi empat bola (lingkaran diganti dengan bola). Titik pusat bola menunjukkan letak/posisi satelit GPS, dan radius bola menunjukkan jarak satelit terhadap permukaan bumi. Dengan minimal empat satelit (SV), koordinat (x, y, z) posisi suatu obyek dapat ditentukan. Konsep ini adalah inti utama teknologi GPS.

Bagaimana cara mengetahui jarak satelit? Mudah sekali... hanya menggunakan prinsip fisika paling sederhana. Satelit mengirimkan sinyal radio yang dapat dideteksi oleh alat penerima (*receiver*) yang berada di bumi. Gelombang radio merupakan gelombang elektromagnetik, jadi kecepatannya ( $v$ ) 186.000 mil per detik. Dengan menghitung waktu ( $t$ ) yang dibutuhkan sejak sinyal dipancarkan sampai sinyal itu diterima oleh *receiver*, jarak ( $d$ ) satelit dapat ditentukan.

Dalam kenyataannya kita tidak bisa begitu saja menggunakan kecepatan gelombang elektromagnetik karena di permukaan bumi terdapat atmosfer (tidak vakum) yang dapat memperlambat transmisi sinyal. Kecepatan yang sebenarnya bisa didapat dengan menggunakan model-model matematika yang sudah memperhitungkan berbagai faktor yang mempengaruhi.



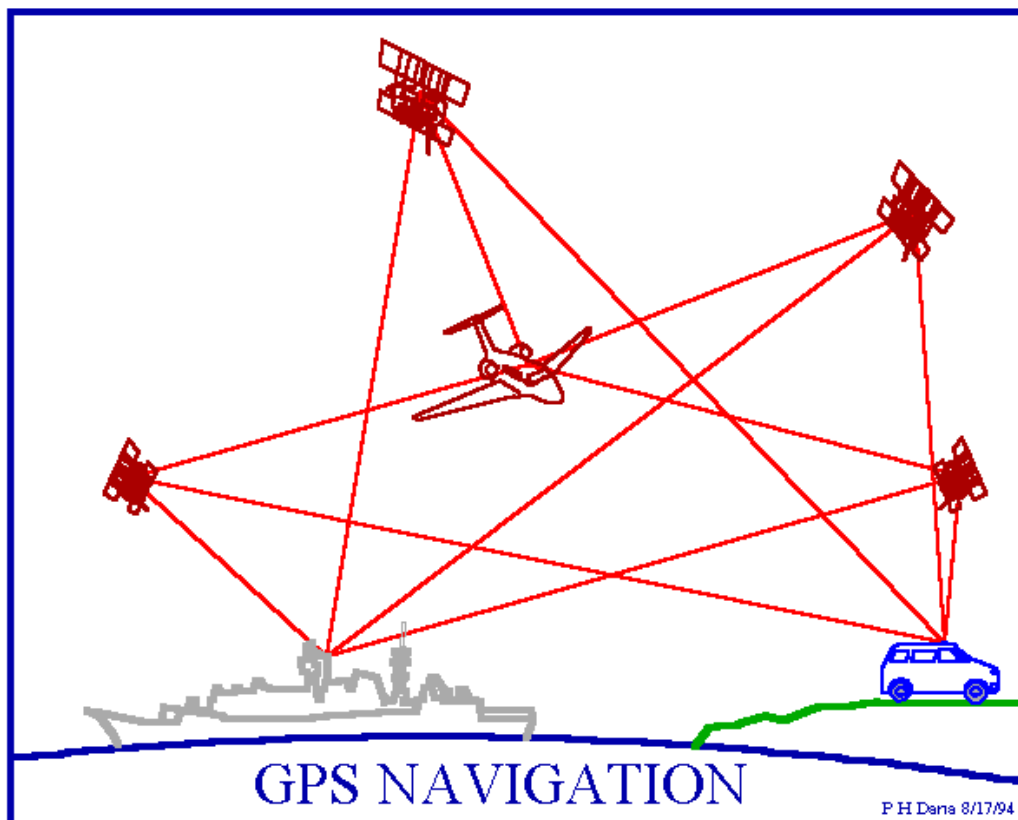
**Gambar 4** Bagan pengiriman sinyal GPS

*Receiver* dapat diletakkan di berbagai peralatan elektronik seperti *handphone*, jam tangan, mobil, laptop, dan lain-lain. Satu hal yang perlu diperhatikan, SV mengorbit pada ketinggian 20.200 km dari permukaan bumi. Jarak jauh yang harus ditempuh sinyal ini menyebabkan sinyal yang diterima *receiver* sangat lemah. Ini berarti kita harus selalu berada di tempat yang relatif terbuka supaya sinyal dapat diterima tanpa banyak halangan.

Penggunaan teknologi ini sangat luas, terutama dalam hal navigasi. Bagi mereka yang sering tersesat, ada baiknya selalu membawa *receiver* yang setiap saat bisa menunjukkan lokasi/posisi bagaikan peta (misalnya membawa

*handphone* atau memakai jam tangan yang memiliki *receiver* sinyal GPS). Teknologi ini tidak hanya menunjukkan posisi, tetapi dapat pula digunakan untuk menunjukkan alur yang sudah ditempuh selama perjalanan. Jadi, kalau tersesat, kita bisa mengetahui jalan untuk kembali ke tempat semula. Ini sangat membantu kita untuk berkelana ke tempat-tempat asing.

Penggunaannya dalam militer lebih luas lagi. Seperti kisah yang diangkat dalam film *Enemy of The States*, orang yang menjadi incaran (Robert Dean) benar-benar tidak bisa sembunyi. Tentu saja ada beberapa hal (adegan) yang tetap merupakan fiksi belaka dalam film itu, tetapi secara keseluruhan, teknologi GPS ini benar-benar ada dan sudah dimanfaatkan secara luas di dunia. (Yohanes Surya)



**Gambar 5** Navigasi menggunakan bantuan satelit-satelit GPS